



DEUTSCHES  
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: P 36 00 341.7  
22 Anmeldetag: 8. 1. 86  
43 Offenlegungstag: 9. 7. 87

DE 3600341 A1

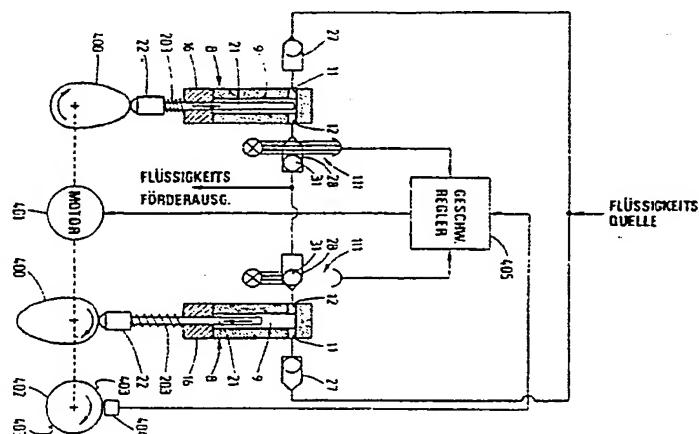
71 Anmelder:  
Saphirwerk Industrieprodukte AG, Nidau, CH

74 Vertreter:  
Mitscherlich, H., Dipl.-Ing.; Gunschmann, K.,  
Dipl.-Ing.; Körber, W., Dipl.-Ing. Dr.rer.nat.;  
Schmidt-Evers, J., Dipl.-Ing.; Melzer, W., Dipl.-Ing.,  
Pat.-Anw., 8000 München

72 Erfinder:  
Funke, Herbert, Dr., 8033 Krailling, DE

54 Feindosierpumpe für Flüssigkeiten, insbesondere zur Anwendung in der HPLC-Technik

Bei einer Feindosierpumpe, die insbesondere zum Einsatz in der HPLC-Technik bestimmt ist, besteht mindestens eine Auslaßventileinheit (28) aus durchsichtigem Material. Die Bewegung der Kugel (31) dieser Ventileinheiten (28) wird mittels eines optischen Sensorsystems (111) abgetastet um ein Steuersignal für eine Regelschaltung zur Kompensation des Einflusses der spezifischen Kompressibilität des Fördermediums auf den Pumpenwirkungsgrad bei hohen und höchsten Förderdrücken zu erhalten.



DE 3600341 A1

1. Feindosierpumpe für Flüssigkeiten, insbesondere zur Anwendung in der HPLC-Technik, mit mindestens zwei Verdrängerräumen, die über Zu- und Ableitungskanäle mit Ventileinheiten verbunden sind, mit einem Kolben für jeden Verdrängerraum, von denen stets mindestens einer fördert, wobei zur Kompensation der Kompressibilität der zu fördernden Flüssigkeit mindestens ein Kolben vor jedem Förderhub einen Vorkompressionshub ausführt, mit einem Kolbenpositionsgeber, mit einem Fördereinsatzmelder, und mit einer mit dem Kolbenpositionsgeber und dem Fördereinsatzmelder verbundenen Regelschaltung für den Kolbenantrieb zur Regelung der Kolbengeschwindigkeit, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Fördereinsatzmelder (111) mindestens eine Auslaßventileinheit (28) auf Öffnen abtastet.
2. Feindosierpumpe nach Anspruch 1, deren Ventileinheiten eine Ventilkugel und einen entsprechenden Ventilsitz enthalten, dadurch gekennzeichnet, daß der Fördereinsatzmelder (111) auf das Abheben der Ventilkugel (31) mindestens eines Auslaßventils (28) vom Ventilsitz (30) anspricht.
3. Feindosierpumpe nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest eine Auslaßventileinheit (28) aus durchsichtigem Material besteht, wobei jedoch die Ventilkugel (31) andersfarbig oder durchsichtig ist, und daß der Fördereinsatzmelder (111) ein optisches Sensorsystem, wie beispielsweise eine Lichtschranke ist, die auf das Abheben der Ventilkugel (31) vom Ventilsitz (30) anspricht.
4. Feindosierpumpe nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest die Auslaßventileinheit (28) aus durchsichtigem Saphir oder durchsichtigem monokristallinem Zirkonoxid besteht, und daß die Ventilkugel (31) aus Rubin besteht.
5. Feindosierpumpe nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Ventilkugel zumindest einer Auslaßventileinheit aus ferromagnetischem Material, vorzugsweise aus nicht-rostendem Stahl besteht, und daß der Fördereinsatzmelder die Bewegung der Ventilkugel magnetisch abtastet.
6. Feindosierpumpe nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Ventilkugel aus ferromagnetischem Material besteht und keramik-beschichtet ist, beispielsweise mit Titankarbid, und der Fördereinsatzmelder die Bewegung der Ventilkugel magnetisch abtastet.

#### Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Feindosierpumpe für Flüssigkeiten, insbesondere zur Anwendung in der HPLC-Technik, mit mindestens zwei Verdrängerräumen die über Zu- und Ableitungskanäle mit Ventileinheiten verbunden sind, mit einem Kolben für jeden Verdrängerraum, von denen stets mindestens einer fördert, wobei zur Kompensation der Kompressibilität der zu fördernden Flüssigkeit mindestens ein Kolben vor jedem Förderhub einen Vorkompressionshub ausführt, mit einem Kolbenpositionsgeber, mit einem Fördereinsatzmelder, und mit einer mit dem Kolbenpositionsgeber und dem Fördereinsatzmelder verbundenen Regelschaltung für den Kolbenantrieb zur Regelung der Kolbengeschwindigkeit.

Derartige Feindosierpumpen sind bekannt, beispiels-

weise nach der deutschen Patentschrift 27 37 062. Es ist dabei nicht erforderlich, daß, wie in der deutschen Patentschrift 27 37 062 beschrieben, die Ausgänge der beiden Verdrängersysteme parallel geschaltet werden, sondern es ist auch eine Kaskadenschaltung gemäß der deutschen Patentschrift 32 03 722 möglich. Angestrebt wird mit solchen Feindosierpumpen eine pulsationsfreie Förderung. Dies wird erreicht, indem jedes Verdrängersystem vor dem Förderhub einen Vorkompressionshub ausführt. Wenn nun der Fördereinsatz des den Vorkompressionshub ausführenden Verdrängersystems vor dem Ende der Vorkompressionsphase erfolgt, so wird die Kolben-Antriebsgeschwindigkeit beider Verdrängersysteme reduziert, um die durch den Fördereinsatz während der Vorkompressionsphase bedingte Mehrförderung zu kompensieren. Es ist dazu also erforderlich, den tatsächlichen Fördereinsatz nach dem Beginn der Vorkompressionsphase zu ermitteln. Bei der Feindosierpumpe nach der deutschen Patentschrift 27 37 062 erfolgt dies durch Druckmessung. Die Erfassung von Druckwerten ist jedoch meßtechnisch schwierig, insbesondere deshalb, weil die zu fördernde Flüssigkeit im Verdrängerraum Druckschwankungen unterworfen ist, die eine sichere Anzeige des Fördereinsatzes nur dann zulassen, wenn die festgestellte Druckänderung den Toleranzbereich übersteigt.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, eine pulsationsfreie Feindosierpumpe der eingangs beschriebenen Art zu schaffen, bei der eine genauere Bestimmung des Fördereinsatzes und damit eine exaktere Regelung möglich ist.

Die Aufgabe ist erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Fördereinsatzmelder mindestens eine Auslaßventileinheit auf Öffnen abtastet.

Bei Verwendung von Ventileinheiten mit Ventilkugel und entsprechendem Ventilsitz kann die erfindungsgemäße Lösung dadurch realisiert werden, daß der Fördereinsatzmelder auf das Abheben der Ventilkugel mindestens eines Auslaßventils vom Ventilsitz anspricht.

Eine Weiterbildung kann darin bestehen, daß zumindest eine Auslaßventileinheit aus durchsichtigem Material besteht, wobei jedoch die Ventilkugel andersfarbig oder durchsichtig ist, und daß der Fördereinsatzmelder ein optisches Sensorsystem, wie beispielsweise eine Lichtschranke ist, die auf das Abheben der Ventilkugel vom Ventilsitz anspricht. Eine durchsichtige Auslaßventileinheit bietet nicht nur den Vorteil einer optischen Abtastung, sondern sie ermöglicht bei visueller Zugänglichkeit außerdem, daß das Funktionieren der Ventile von außen überwacht werden kann.

Als Material für eine durchsichtige Auslaßventileinheit eignet sich insbesondere durchsichtiger Saphir oder durchsichtiges monokristallines Zirkonoxid. Diese Materialien sind nicht nur durchsichtig, sondern ohne Einschränkung auch chemisch inert und außerordentlich hart, was eine hohe Verschleißfestigkeit gewährleistet. Die Ventilkugel kann beispielsweise aus Rubin hergestellt werden, der farbig ist. Dadurch kann die Bewegung der Ventilkugel einwandfrei optisch abgetastet werden.

Eine andere Möglichkeit besteht darin, die Ventilkugel zumindest einer Auslaßventileinheit aus ferromagnetischem Material, vorzugsweise aus nicht-rostendem Stahl herzustellen. In diesem Falle kann der Fördereinsatzmelder die Bewegung der Ventilkugel magnetisch abtasten. Dem kommt die Verwendung von Saphir oder monokristallinem Zirkonoxid für die Ventilperipherie-Elemente entgegen, da die genannten Materialien nicht-

magnetisch sind und dementsprechend auch keine magnetisch abschirmende Wirkung haben.

Alternativ dazu ist es auch möglich, die Ventilkugel aus ferromagnetischem Material herzustellen und mit einem keramischen Werkstoff zu beschichten, beispielsweise mit Titankarbid, das chemisch inert und außerordentlich hart ist.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnungen beschrieben.

Es zeigen:

Fig. 1 einen perspektivischen Teilschnitt durch eine erste Ausführungsform der Feindosierpumpe;

Fig. 2 eine Explosionsdarstellung der ersten Ausführungsform der Feindosierpumpe;

Fig. 3 die wesentlichen Teile einer zweiten Ausführungsform der Feindosierpumpe in Explosionsdarstellung;

Fig. 4 eine dritte Ausführungsform der Feindosierpumpe in Explosionsdarstellung;

Fig. 5 eine vierte Ausführungsform der Feindosierpumpe mit Doppelkopf-Verdrängersystem in Explosionsdarstellung.

Fig. 6 ein Blockschaltbild eines Doppelkopf-Verdrängersystems mit Regelschaltung zur Kompensation der Kompressibilität der zu fördernden Flüssigkeit im Verdrängerraum.

Die in den Fig. 1 und 2 gezeigte Feindosierpumpe weist ein Pumpenkopfgehäuse 1 auf, das nach Art eines U-förmigen Joches ausgebildet ist. Die Jochschenkel sind mit 2 und 3 bezeichnet. An den freien Enden der Jochschenkel 2 und 3 befinden sich Flanschwinkel 4 und 5 zum Befestigen eines Pumpenkopfschildes 6 mittels Schrauben 7. Das Pumpenkopfgehäuse 1 und das Pumpenkopfschild 6 bestehen aus nicht-rostendem Stahl, oder chemisch beständigem Kunststoff. Der Spalt 7 zwischen den Jochschenkeln 2, 3 ist als nach den Seiten hin offene Aufnahmebohrung ausgeführt und dient zur Aufnahme einer zylindrischen Pumpenkopfbüchse 8.

Die Pumpenkopfbüchse 8 besteht aus (synthetischem) Saphir (monokristallines  $Al_2O_3$ ) oder monokristallinem Zirkonoxid. Das Rohmaterial ist zunächst durchsichtig oder durchscheinend. Um daraus jedoch die Pumpenkopfbüchse herzustellen, muß es geschliffen werden, wodurch es blind wird. Durch anschließendes Polieren oder Läppen kann es jedoch wieder durchsichtig gemacht werden. Saphir und monokristallines Zirkonoxid sind chemisch inert und außergewöhnlich hart und daher auch bei langdauerndem rauen Betrieb kratzfest. Die Pumpenkopfbüchse 8 enthält einen axial verlaufenden sacklochförmigen Verdrängerraum 9, der am Öffnungsende zu einer Ringnut 10 erweitert ist. Zum Sacklochende des Verdrängerraumes 9 führen ein radialer Zuleitungskanal 11 und ein radialer Ableitungskanal 12. An den Stellen, wo der Ableitungskanal 11 und der Zuleitungskanal 12 die Mantelfläche der Pumpenkopfbüchse 8 durchstoßen, weist die Pumpenkopfbüchse kleine, die Öffnungen umgebende Ringwülste 13, 14 auf. Ferner sind die die Ringwülste 13, 14 umgebenden ringförmigen Flächen vom Polieren ausgenommen und bewußt rauh gelassen worden.

Die Wandstärke der Pumpenkopfbüchse kann bei der Wahl dieser Materialien trotz der in der HPLC-Technik verlangten hohen Förderdrücke relativ gering gewählt werden. Sie kann beispielsweise zwischen 2–8 mm vorzugsweise bei 5 mm liegen; dennoch hält eine solche Pumpenkopfbüchse Förderdrücken bis zu 600 bar und darüber stand.

Die Ringnut 10 dient zur Aufnahme einer Ringdich-

tung 15, die beispielsweise aus PTFE bestehen kann.

Der Spalt zwischen den beiden Jochschenkeln 2 und 3 des Pumpenkopfgehäuses 1 dient ferner zur Aufnahme einer Kolbenführungshülse 16, die aus keramischem Material, beispielsweise aus gesintertem  $Al_2O_3$ , bestehen kann und mit Spül- bzw. Drainageanschlußleitungen 17 versehen ist. Zwischen die Kolbenführungshülse 16 und die Pumpenkopfbüchse 8 ist eine Flachdichtung 18 eingesetzt. Die Kolbenführungshülse ist 16 außerdem an ihrem von der Pumpenkopfbüchse 8 abgewandten Ende mit einer Ringnut 19 versehen, die zur Aufnahme einer Ringdichtung 20 dient.

In der Kolbenführungshülse 16 ist ein Kolben 21 geführt, der ebenfalls aus (synthetischem) Saphir besteht. Er steht mit der Wandung des Verdrängerraumes 9 der Pumpenkopfbüchse 8 nicht in Kontakt, sondern taucht spielfrei in diesen ein (Tauchkolbenprinzip). Der Kolben 21 ist in einem Schaftteil 22 eingespannt, welcher mit einem (hier nicht weiter dargestellten) Antriebsmechanismus verbunden ist. Der Schaftteil 22 enthält eine Leuchtdiode 23, die über elektrische Zuleitungen 24 mit einer Spannungsquelle verbunden sind. Die Leuchtdiode 23 sendet Licht in den aus durchsichtigem Saphir bestehenden Kolben 21, wodurch die Pumpenkopfbüchse 8 von innen beleuchtet wird.

Die beiden Jochschenkel 2, 3 der Pumpenkopfbüchse 1 sind ferner mit Aufnahmebohrungen 25, 26 versehen, die sich senkrecht zur Achse der Pumpenkopfbüchse 8 erstrecken. Die Aufnahmebohrung 25 dient zur Aufnahme einer patronenförmigen Einlaß-Ventileinheit 27. Die Aufnahmebohrung 26 dient zur Aufnahme einer patronenförmigen Auslaßventileinheit 28. Beide Ventileinheiten enthalten gleiche Bauteile, deren Anordnung je nach Ein- oder Auslaßkonfiguration unterschiedlich ist. Es genügt aber, die Auslaß-Ventileinheit 28 zu beschreiben.

Die Auslaß-Ventileinheit 28 besteht aus einem hohlzylinderförmigen Ventilpatronengehäuse 29, das ein Kugelführungselement 30 enthält. In dem Kugelführungselement 30 ist eine Ventilkugel 31 verschiebbar angeordnet. An seinem unteren Ende enthält das Kugelführungselement 30 einen Ventilsitz. Das obere Ende des Kugelführungselementes 30 ist durch einen kreuzgeschlitzten oder siebplattenförmigen Kugelstopp 33 abgeschlossen. Die beiden Enden des Kugelführungselementes 30, die Kugel 31 und den Kugelstopp 33 enthaltenden Ventilpatronengehäuses 29 sind durch Dichtringe 32, 34 verschlossen. Das Ventilpatronengehäuse 29, das Kugelführungselement 30 und der Kugelstopp 33 bestehen aus durchsichtigem Material, vorzugsweise aus dem gleichen, wie die Pumpenkopfbüchse 8, also aus synthetischem Saphir oder monokristallinem Zirkonoxid. Die Kugel 31 besteht aus Rubin. Sie ist rot und daher klar von den zuvor genannten Teilen unterscheidbar. Die beiden Dichtungsringe bestehen aus PTFE-Compound.

Die beiden Jochschenkel 2, 3 des Pumpenkopfgehäuses 1 sind mit Querschlitzen 53, 54 versehen, welche denjenigen Teil des Ventilpatronengehäuses visuell zugänglich machen, der das Kugelführungselement, den Kugelstopp und die Kugel umfaßt. So ist die Bewegung der Kugel 31 der Auslaß-Ventileinheit 28 in dem Kugelführungselement 30 durch die Querschlitzen 54 eindeutig erkennbar. Der Dichtungsring 32 sitzt auf der rauh belassenen Kontaktfläche der Pumpenkopfbüchse 8 auf, die den Ringwulst 14 umgibt.

Zum Fixieren der patronenartigen Ventileinheiten 27, 28 in den Aufnahmebohrungen 25, 26 dienen Klemmbügel 35, 36. Diese sind an ihren Bügelenden mit Ab-

kröpfungen 37,38 versehen, welche hinterschnittene Nuten bilden. Das Pumpenkopfgehäuse 1 ist in einem quer zur Achse der Pumpenkopfbüchse 8 verlaufenden Schnitt doppel-T-förmig gestaltet. Die beiden Klemmbügel 35, 36 werden mit den hinterschnittenen Nuten auch auf die durch den Doppel-T-Schnitt gebildeten Querstege 39, 40 geschoben, wobei die Abkröpfungen 37, 38 die Querstege 39, 40 hintergreifen.

Ferner weisen die Klemmbügel 37, 38 an ihrer Innenseite Ausnehmungen auf, von denen in Fig. 2 nur die Ausnehmung 41 am Klemmbügel 35 sichtbar ist. In diese Ausnehmungen werden Anschlußrohradapter 42, 43 eingesetzt.

Die Anschlußrohradapter 42, 43 enthalten einen abgewinkelten Leitungskanal, der an seinem einen Ende die der betreffenden Ventileinheit zugewandte Seite des Anschlußrohradapters durchstößt und von einem Ringwulst umgeben ist, und der an seinem anderen Ende mit einem Anschlußrohr für das Fördermedium verbunden ist. Bei dem Anschlußrohradapter 42 ist der Ringwulst mit 44 und das Anschlußrohr mit 45 bezeichnet. Bei dem Anschlußrohradapter 43 ist der Ringwulst nicht erkennbar; das Anschlußrohr ist hier mit 46 bezeichnet. Der Strom des Fördermediums an dem mit der Auslaß-Ventileinheit verbundenen Anschlußrohradapter 43 ist durch Pfeile dargestellt. Der Anschlußrohradapter 43 läßt noch erkennen, daß an der der zugehörigen Ventileinheit 28 abgewandten Seite eine Eindellung 47 vorgesehen ist, in die ein ballig geformter Zapfen 48 einer Innensechskant-Madenschraube 49 oder einer statt dieser verwendeten Rändelschraube 50 eingreifen kann. Die Madenschraube 49 oder die Rändelschraube 50 werden in ein durchgehendes Gewindeloch 51 eingeschraubt, welches im Klemmbügel 36 vorgesehen ist. Die Madenschraube 49 bzw. die Rändelschraube 50 pressen dabei den Anschlußrohradapter 43, die Auslaß-Ventileinheit 28 und die Pumpenkopfbüchse 8 fest aufeinander, derart, daß eine leckfreie Verbindung zwischen dem Verdrängerraum 9 und dem Anschlußrohr 46 gewährleistet ist. Für den Klemmbügel 35 ist analog eine Innensechskant-Madenschraube 51 bzw. eine Rändelschraube 52 vorgesehen. Die Verwendung von Innensechskantschrauben bzw. von Rändelschrauben ermöglicht ein besonders feinfühliges Fixieren der Ventileinheiten, was ein peripheres Abdichten ohne übermäßiges mechanisches Vorspannen der Ventile gegenüber der Pumpenkopfbüchse zuläßt. Durch das Zwischenschalten der in den zugehörigen Klemmbügel angetriebenen Anschlußrohradapters wird ferner erreicht, daß die Drehbewegung der Fixierschrauben sich nicht auf die Ventileinheiten überträgt. Dies ist wichtig, weil die periphere Abdichtung an den Übergangsstellen mittels Flachdichtungen bewerkstelligt wird, die optimalerweise nur axial vorgespannt werden sollen. Die mit der Pumpenkopfbüchse gepaarte Flachdichtung 32 der Auslaß-Ventileinheit 28 und die entsprechende Flachdichtung der Einlaß-Ventileinheit 27 kommen auf den unpolierten, d.h. bewußt relativ rauh belassenen Kontaktflächen zu liegen. Ein Verdrehen der Flachdichtungen bei Fixiervorgang auf diesen Kontaktflächen würde ein angestrebtes oberflächenmäßiges "Verkeilen" der beiden Oberflächen im Mikrobereich stören. Der Einsatz von Anschlußrohradapters läßt weiterhin die bisher üblichen Kleinfittings (Fittingschraube mit Schneidring) vermeiden, die bei mehrfachem Festschrauben und Lösen infolge fortlaufender plastischer Deformation an den Schneidringen schnell zur Leckage neigen.

Bei der zuvor beschriebenen Feindosierpumpe ist die

Pumpenkopfbüchse 8 durch den Spalt zwischen den Jochschenkeln 2, 3 des Pumpenkopfgehäuses 1 visuell zugänglich. Da die Pumpenkopfbüchse 8 aus durchsichtigem Material besteht, können die Kolbenbewegung bzw. der Fördervorgang beobachtet werden. Insbesondere ist das Auftreten von Kavitation und/oder das Hängenbleiben von Luftblasen, die über den Saugstrom in den Verdrängerraum 9 gelangen ersichtlich. Erkennbar sind ferner der Zustand der Kolbendichtung, das Ausmaß der Abriebbildung an der Dichtung und die Bildung von Ablagerungen auf dem Kolben.

Durch die Querschlitzungen 39, 54 kann ferner die Funktion der Ventileinheiten 27, 28 visuell überwacht werden. Die visuelle Überwachung wird erleichtert durch die Beleuchtung der Pumpenkopfbüchse 8 über den Kolben 21. Statt den Kolben 21 zu beleuchten, ist es auch möglich, im Bogenbereich des Pumpenkopfgehäuses 1 ein Schauloch 55 vorzusehen (siehe Fig. 1) in welches eine (nicht dargestellte) Lichtquelle eingesteckt wird.

Bei der in Fig. 3 dargestellten zweiten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Feindosierpumpe sind statt der Klemmbügel L-förmige Klemmwinkel 100, 101 vorgesehen. Da die Klemmwinkel 100, 101 gleich gestaltet sind, soll nur der Klemmwinkel 101 genauer erläutert werden. Dieser besteht aus einem Stützschenkel 102 und einem Fixierschenkel 103. An dem Stützschenkel 102 ist eine Abkröpfung 104 vorgesehen, die in einen Schlitz 105 des Pumpenkopfgehäuses, das hier ebenfalls mit 1 bezeichnet ist, eingreift.

Zur Aufnahme des Anschlußrohradapters 43, dessen Anschlußrohr 41 hier zur Seite gerichtet ist, ist in dem Fixierschenkel 103 ein Schlitz 106 vorgesehen. Im Fixierschenkel 103 ist ein Stift 107 verankert, dessen freies Ende ballig gestaltet ist. Mit diesem balligen Ende greift der Stift 107 in die Ausnehmung 38 des Anschlußrohradapters 43 ein. Die Klemmung erfolgt hier indirekt mittels einer Fixierschraube 108, die eine Bohrung 109 im Fixierschenkel 103 des Klemmwinkels 101 durchgreift und in eine Gewindebohrung 110 des Pumpenkopfgehäuses 1 eingeschraubt ist. Neu gegenüber der Ausführungsform nach den Fig. 1 und 2 ist bei der Ausführungsform gemäß Fig. 3 ferner ein sattelartiger Aufsatz 111, der mittels einer Schraube 112 auf den oberen Jochschenkel des Pumpenkopfgehäuses 1 aufgeschraubt wird. Dieser sattelartige Aufsatz 111 enthält eine (nicht erkennbare) Lichtschranke, die die Bewegung der Kugel in der durchsichtigen Auslaß-Ventileinheit 28 durch die Querschlitzung 54 in dem Jochschenkel 3 des Pumpenkopfgehäuses 1 überwacht. Die Zu- und Ableitung von Licht zu der Lichtschranke erfolgt über Lichtleitfasern 113. Selbstverständlich kann die Lichtschranke auch von einer Fotodiode und einer Fotozelle gebildet werden. Zwischen dem sattelartigen Aufsatz 111 und dem oberen Jochschenkel 103 des Pumpenkopfgehäuses 1 sind Tellerfedern 114 zwischengeschaltet. Diese ermöglichen es durch mehr oder weniger festes Anziehen der Schraube 112 die Höhe des sattelartigen Aufsatzes 111 einzustellen, derart, daß die Lichtschranke genau den Bewegungsbereich der Kugel der Ventileinheit 28 kreuzt.

Durch die Lichtschranke kann ein elektrooptisches Steuersignal für eine Regelschaltung zur Kompensation der spezifischen Kompressibilität des Fördermediums bei hohen und höchsten Förderdrücken gewonnen werden. Es ist auch möglich die Bewegung der Kugel der Ventileinheit 28 auf andere Weise abzutasten, beispielsweise durch einen elektrischen oder einen magnetischen

Sensor. In diesem Falle müßte die Kugel aus entsprechendem metallischem Material, beispielsweise aus Stahl sein.

Die in Fig. 4 gezeigte dritte Ausführungsform der Erfindung unterscheidet sich von der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform dadurch, daß das Pumpenkopfschild 200 hier einstückig mit dem Pumpenkopfgehäuse 1 verbunden ist. Das Pumpenkopfschild weist eine Einführöffnung 201 auf, durch die die Pumpenkopfbüchse 8, der Dichtring 15, die Dichtungsscheibe 18, die Kolbenführungs- 10 hülse 16 mit Dichtring 20 eingeführt werden können. Vor die Kolbenführungshülse 16 wird noch ein Widerlager 202 für eine Rückholfeder 203 gesetzt. Die Rückholfeder 203 dient dazu, den Kolben 21 unter Vorspannung zu setzen, derart, daß er aus dem Verdrängerraum 9 der Pumpenkopfbüchse 8 herausgedrückt wird, wenn der (nicht dargestellte) Antriebsnocken für den Kolben 21 dies zuläßt. Die in das Pumpenkopfgehäuse 1 eingeführten Teile werden darin durch einen Spreng- 20 ring 204 festgehalten, der in eine Ringnut eingelegt wird, die sich in der Öffnung 201 des Pumpenkopfschildes 200 befindet.

Bei der in Fig. 5 gezeigten vierten Ausführungsform der Erfindung ist die Feindosierpumpe als Doppelkopfsystem ausgebildet. Das Pumpenkopfgehäuse 300 ist hier blockförmig gestaltet und mit zwei Aufnahmebohrungen für jeweils eine von zwei Pumpenkopfbüchsen 8 versehen. Erkennbar ist nur eine Aufnahmebohrung 301. Die Ventileinheiten sind hier völlig analog wie in den Fig. 1 und 2 am Pumpenkopfgehäuse 300 befestigt. 25 Erkennbar sind die Ventileinheit 28 und der Anschlußrohradapter 43. Beide werden mittels eines Klemmbügels 302 und einer Innensechskant-Madenschraube 49 aufeinandergepreßt und gegen die Pumpenkopfbüchse 8 gedrückt. Im Unterschied zu Fig. 1 sind die Abkröpfungen 303 an den Enden der Klemmbügel 302 hier lediglich nach außen gerichtet und in hinterschnittene Nuten 304 am Pumpenkopfgehäuse 300 eingeführt. 30

Das Pumpenkopfgehäuse 300 ist ferner mit Einschlitzen 305 für die Spül- bzw. Drainageleitungen 17 versehen, die zu der Kolbenführungshülse 16 führen bzw. von dieser abgehen. Die in die Aufnahmebohrungen 301 eingeführten Teile werden darin mittels eines Riegeelementes 306 fixiert, das mit Schrauben 307 an dem Pumpenkopfgehäuse 300 angeschraubt ist. Weitere Schrauben 308 durchgreifen das Pumpenkopfgehäuse 300 um dieses an einer Antriebseinheit 309 für die Kolben 21 festzuschrauben. 35

Die Pumpenkopfbüchsen 8 sind bei der in Fig. 5 gezeigten Ausführungsform durch seitliche, sich nach innen konisch verjüngende Schlitze 310 im Pumpenkopfgehäuse 300 visuell zugänglich. Eine visuelle Zugänglichkeit der Ventileinheiten ist hier nicht vorgesehen. 40

Die peripheren Bauteile sind bei allen vier Ausführungsformen aus nicht-rostendem Stahl gefertigt. Für den Fall notwendiger höchster chemischer Inertheit können die fördermediumsberührten Anschlußrohradapter 42,43 und die Ventilpatronengehäuse 29 aus Titan oder Tantal hergestellt werden. Gleiches gilt hier auch für die Anschlußrohre 45, 46. Die Klemmbügel 35, 36 bzw. 302 oder die L-förmigen Klemmelemente 100,102 können aus nicht-rostendem Stahl oder chemisch beständigem faserverstärktem Kunststoff hergestellt werden. Letzterer ermöglicht eine Herstellung im Spritzgußverfahren. Dies gilt auch für das Pumpenkopfgehäuse als solches. 45 50 55 60 65

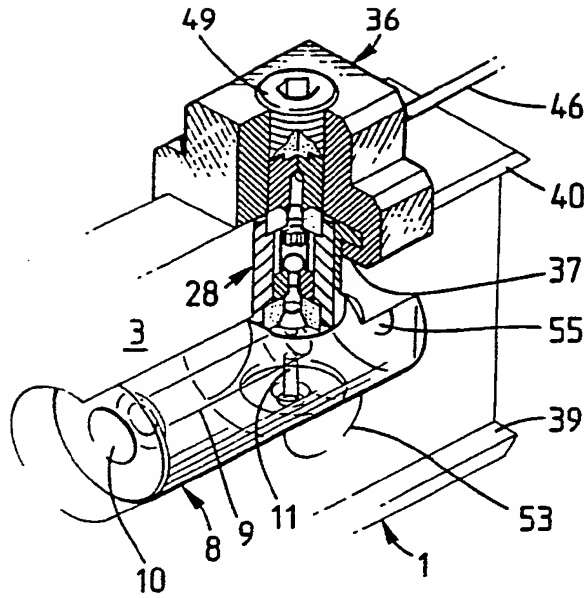
Das Doppelkopf-Verdrängersystem nach Fig. 6 zeigt zwei Pumpenkopfbüchsen 8, deren Einlaßventileinhei-

ten 27 einerseits und deren Auslaßventileinheiten 28 andererseits parallel geschaltet sind. Die Tauchkolben 21 der beiden Pumpenkopfbüchsen werden durch Nocken 400 angetrieben, derart, daß jeweils ein Verdrängersystem fördert, während das andere Verdrängersystem saugt. Die Nocken 400 sind dabei so gestaltet, daß jedes Verdrängersystem vor dem Förderhub einen Vorkompressionshub ausführt, um die spezifische Kompressibilität der zu fördernden Flüssigkeit zu kompensieren. 5 Dieses Prinzip ist genauer in der deutschen Patentschrift 27 37 062 beschrieben. Beide Nocken 400 werden von einem Motor 401 angetrieben, welcher seinerseits durch einen Geschwindigkeitsregler 405 gesteuert ist. Der Geschwindigkeitsregler 405 ist mit die Auslaßventileinheiten 28 abtastenden optischen Sensorsystemen 111 und ferner mit einem Kolbenpositionsgeber 404 verbunden. Der Kolbenpositionsgeber 404 tastet ein auf der Achse des Motors 401 und der Nocken 400 sitzendes 10 Geberrad 402 mit zwei diametral gegenüberliegenden Stiften 403 ab. Die Stifte sind so auf dem Geberrad 402 angeordnet, daß sie den Kolbenpositionsgeber 404 zu Beginn des Vorkompressionshubes des zugeordneten Verdrängersystems passieren. Von den optischen Sensorsystemen 111 erhält der Geschwindigkeitsregler 405 15 die Meldung, wenn ein Verdrängersystem tatsächlich zu fördern beginnt. Dann nämlich hebt die betreffende Ventilkugel der Auslaßventileinheit 28 vom Ventilsitz ab und gibt die Lichtschranke frei. Aus dem zeitlichen Abstand zwischen dem Beginn des Vorkompressionshubes und dem tatsächlichen Fördereinsatz errechnet der Geschwindigkeitsregler die Antriebsgeschwindigkeit des Motors 401 für die Nocken 400, und zwar so, daß nach dem Einsetzen der Förderung des sich in der Vorkompressionsphase befindenden Verdrängersystems 20 die Antriebsgeschwindigkeit für die Kolben beider Verdrängersysteme bis zum Ende der Vorkompressionsphase reduziert wird, um die durch den Fördereinsatz bedingte Mehrförderung zu kompensieren. Insgesamt wird dadurch eine pulsationsfreie Förderung erreicht. 25 30 35 40 45

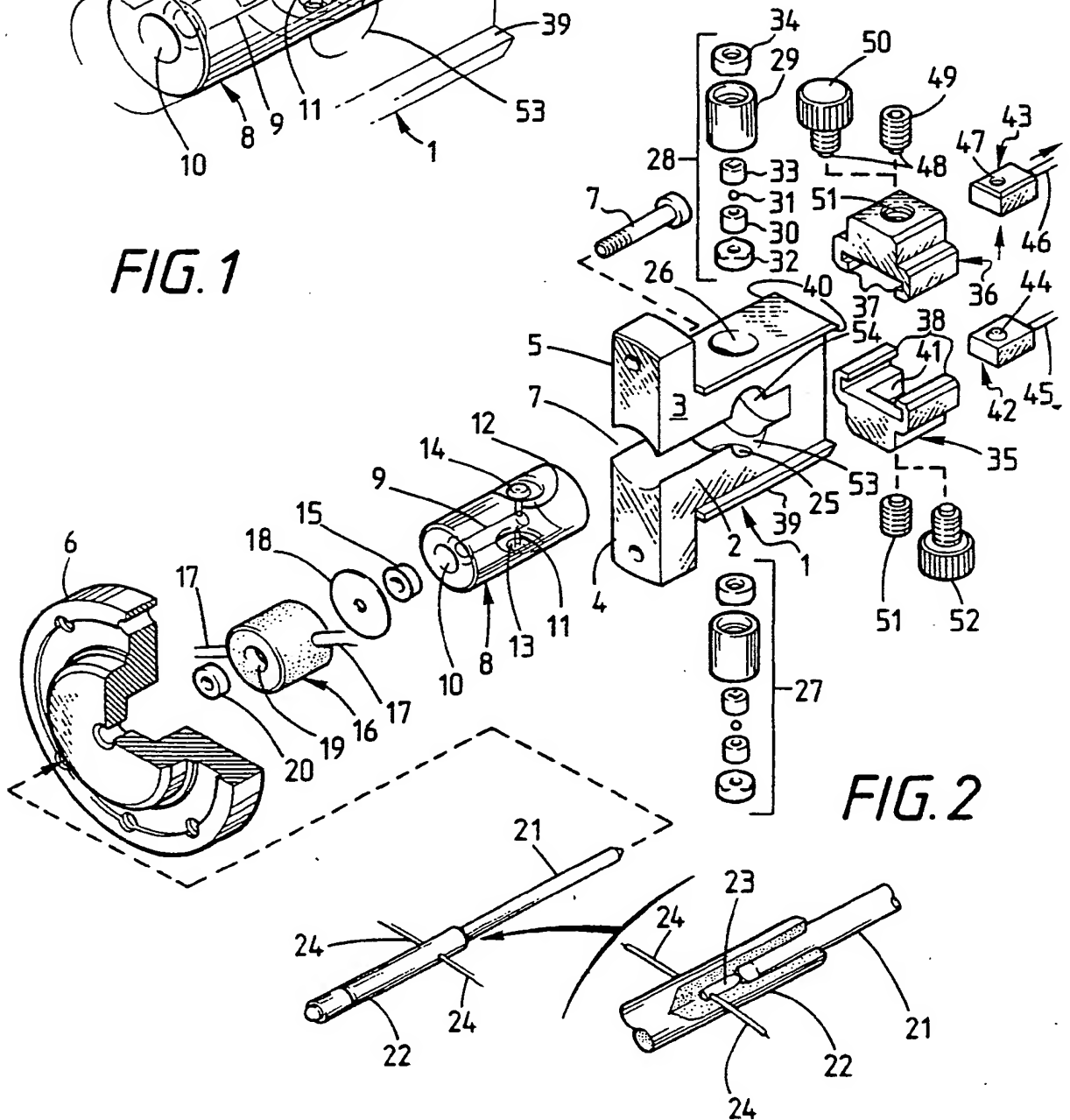
- Leerseite -

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

**NACHGERECHT**

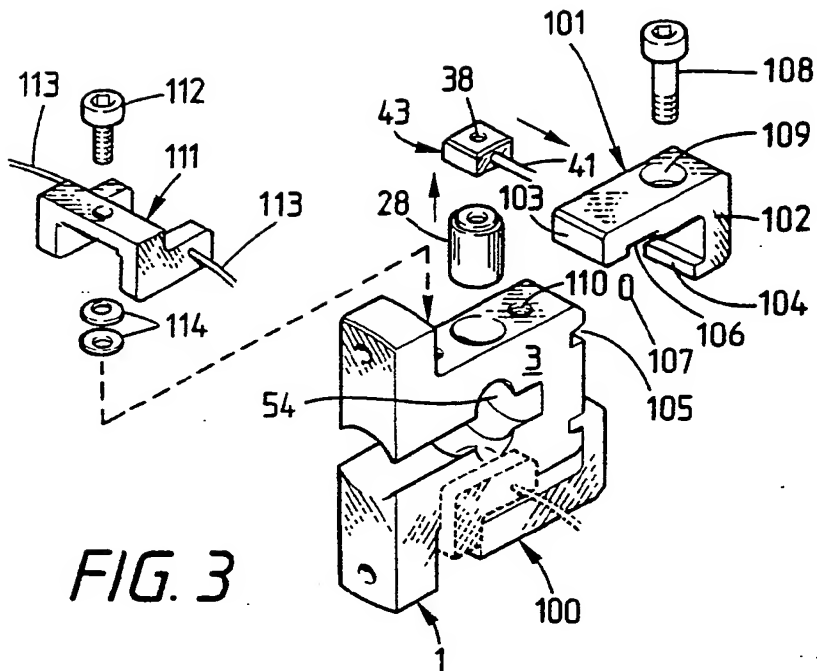


**FIG. 1**



**FIG. 2**

## NACHGEREICHT



**FIG. 3**

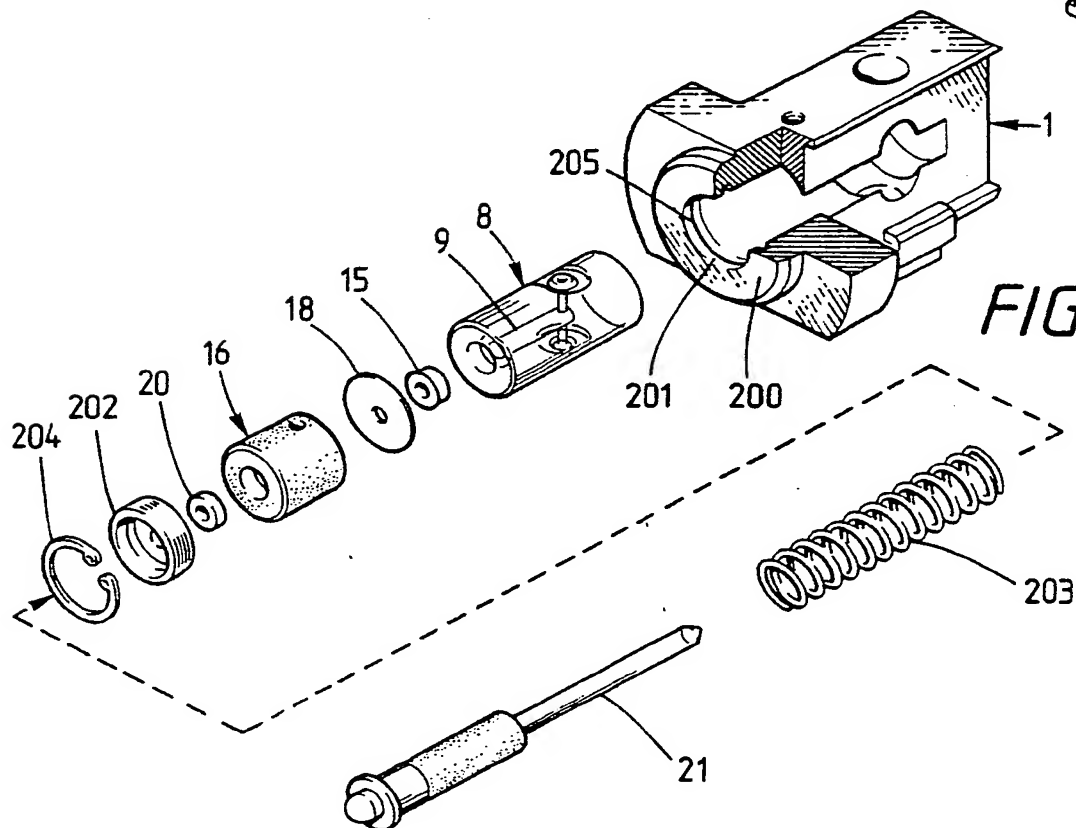
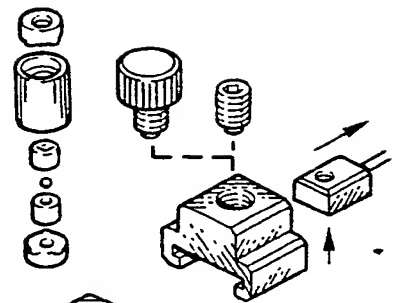


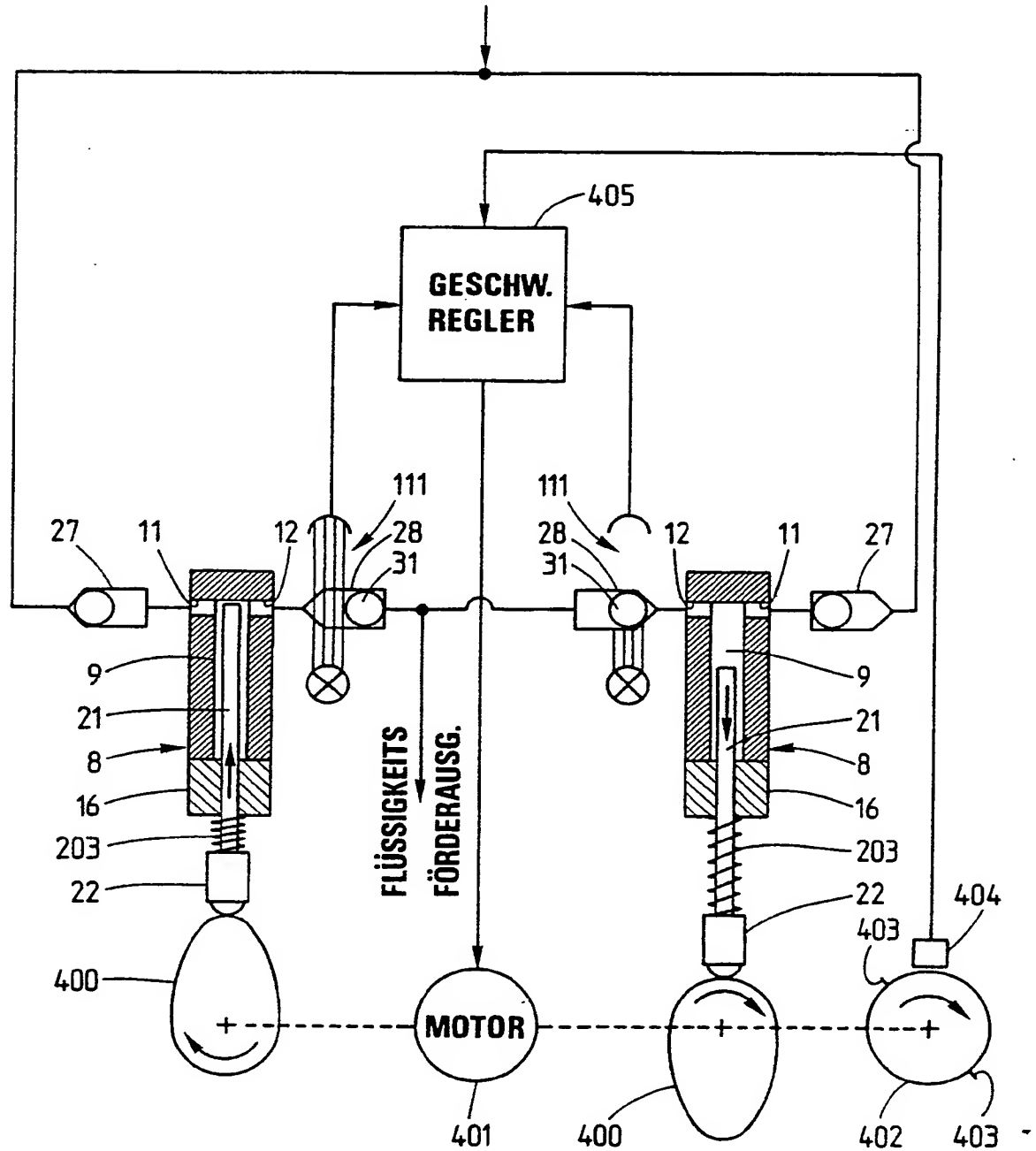
FIG. 4





# FLÜSSIGKEITS: QUELLE

**NACHGEREICHT**



**FIG. 6**